

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**DETECCIÓN DEL INÓCULO PRIMARIO,
SINTOMATOLOGÍA Y CONTROL DEL MILDIU**
(Peronospora variabilis Gaum.) EN EL CULTIVO DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* L.) EN PIURA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADA POR:
Br. MERCEDES MILAGROS MORE YARLEQUE

PIURA - PERÚ

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**DETECCIÓN DEL INOCULO PRIMARIO,
SINTOMATOLOGIA Y CONTROL DEL MILDIU (*Peronospora
variabilis* Gaum.) EN EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium
quinoa* L.) EN PIURA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**



**Ing. RENÉ AGUILAR ANCCOTA
ASESOR**



Br. MERCEDES MILAGROS MORE YARLEQUE

TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA



**“DETECCIÓN DEL INOCULO PRIMARIO, SINTOMATOLOGIA Y
CONTROL DEL MILDIU (*Peronospora variabilis* Gaum.) EN EL
CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* L.) EN PIURA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. MERCEDES MILAGROS MORE YARLEQUE

APROBADA POR:

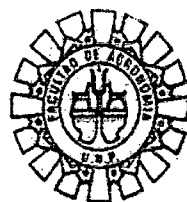
Dr. CESAR A. MURGUÍA REYES
PRESIDENTE

Ing. JAVIER ALVA, M.Sc.
VOCAL

Ing. RICARDO PEÑA CASTILLO, M.Sc.
SECRETARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA

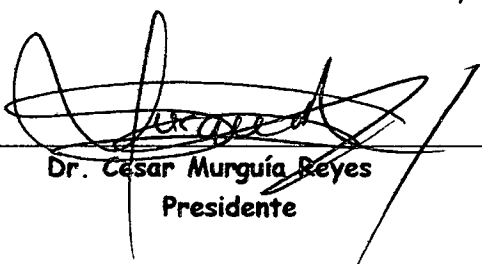


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 003-2016-CIAFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar bajo de Tesis denominado "DETECCION DEL INOCULO PRIMARIO, SINTOMATOLOGIA Y OL DEL MILDUI (*Peronospora variabilis Gaum*)", EN EL CULTIVO DE LA QUINUA (*Lycopersicon quinoa* L), EN PIURA 2015", conducido por la BR. MORE YARLEQUE MERCEDES ROS, asesorada por el Ing. Aguilar Ancota René.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo en APROBADA....., en consecuencia queda en condiciones de ser dado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo establecido en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 08 de Febrero del 2016.


Dr. César Murguía Reyes
Presidente


Ing. Javier Alva Msc.
Vocal


Ing. Ricardo Peña Castillo Msc.
Secretario

AGRADECIMIENTO

Dios por el don de la vida, por guiar e iluminar mis decisiones y encaminarme por el bien.

mi familia: Anita, Catalino, Leonor, Flor, Rosa, Alexander, Ana, Katy, por su gran apoyo incondicional, por sus consejos, por su motivación de superación, por creer en mí, enseñando a valorar todo lo que tengo.

mis amigas hermanas de la caridad de Leavenworth, por la formación en valores cristianos y por su apoyo para estudiar.

mi asesor de tesis; Ing. René Aguilar Anccota, por su dedicación y esfuerzo, su persistencia, su paciencia, por su conocimiento y orientación.

los miembros de jurado de tesis, Dr. Cesar A. Murguía R., Ing° Javier Javier A. y Ing° Ricardo Peña C., por su apoyo, sugerencias y consejos quienes tuvieron la gentileza de brindarme todo el apoyo profesional y científico para la redacción de la Tesis.

los señores trabajadores del Centro de Producción Agrícola de la UNP, Ing. Julio Miranda, Sr. Segundo Morocho, Sr. Pablo por su apoyo incondicional en las labores de campo desde la siembra hasta cosecha.

mis amigas y compañeras de estudio: Esther, Karen, Gaby, Gina y Jessica por su amistad.

los señores encargados de la biblioteca de Facultad de Agronomía; Pedro Ojeda y Manuel Merino, por su amabilidad y apoyo para prestar material de estudio y de investigación.

RESUMEN

En los últimos años se viene cultivando aproximadamente 400 ha de quinua en la región de Piura, sin embargo se está presentando la enfermedad del "mildiu" de la quinua. Dada la importancia de la enfermedad se plantearon los siguientes objetivos: Detección del inóculo primario del hongo causante del mildiu en variedades de quinua de diferente procedencia, descripción sintomatológica de la enfermedad y la evaluación del efecto de los productos en estudio. Para la detección de oosporas se empleó la metodología de detección directa de 15 muestras de semilla de quinua de diferentes variedades y procedencia, se describieron y se tomaron fotografías de los síntomas de la enfermedad a nivel de campo y se aplicaron nueve tratamientos que fueron: T1(Biosar 1kg), T2 (Biosar 0.5 kg), T3 (3Tac 1kg),T4 (3Tac 0.5),T5 (Action FP/Pare),T6 (Agro mos + Soil set), T7 (Metalosate 0.5 kg),T8 (Metalosate 0.35 kg) y T9 (testigo), se evaluó la severidad, el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE), el rendimiento en kg/ha, y la cuantificación del número de oosporas en 100 semillas de quinua de los tratamientos en estudio. En todas las variedades de las semillas de quinua se detectaron oosporas, siendo con mayor número de oosporas en las variedades INIA-Altiplano, Salcedo INIA-Lambayeque y Koliku con 96.25, 80.25 y 63.75 oosporas respectivamente; y con menor número lo presentan las variedades Wila, Salcedo INIA (UNP), Salcedo INIA-ECOSAC y Pasankalla (Puno) con 16, 15, 10 y 8.5 oosporas respectivamente. Los primeros síntomas se presentaron a partir de los 34 días después de la siembra (dds), la enfermedad afectó principalmente al follaje de la planta, con una relación significativa inversa y con un coeficiente de correlación de 60% , que la enfermedad de mildiu es favorecida por temperaturas menores a 25°C bajo condiciones del departamento de Piura. Los tratamientos con los productos Action FP/Pare, Agromos + Soil set, 3 Tac (0.5kg) y Biosar (0.5kg). Se obtuvieron valores más bajos de ABCPE con 939.8, 1040.7, 1178.7 y 1234.5 respectivamente, y el tratamiento testigo sin aplicación (T) presentó el valor más alto de ABCPE con 2161.0.

ABSTRACT

In recent years has been cultivated approximately 400 has quinoa in the Piura region, However the "mildew" disease of quinoa is being presented. Given the importance of the disease raised the following objectives: Detection of the primary inoculum of the fungus mildew in varieties of quinoa from different backgrounds, Description symptomatology of the disease and the evaluation of the effect of the products in Studio. Detection of oospores used the methodology of direct detection of 15 samples of seed of quinoa of different varieties and origin, is described and took photographs of the symptoms of the disease at the level of field and nine treatments that were applied: T1(Biosar 1kg), T2 (Biosar 0.5 kg), T3(3Tac 1kg),T4 (3Tac 0.5),T5 (Action FP/Pare),T6(Agro mos + Soil set), T7(Metalosate 0.5 kg),T8 (Metalosate 0.35 kg) y T9 (testigo), assessed the severity, the Area under the curve of the progress of the disease (AUDPC), the performance in kg / ha, and the quantification of the number of oospores in 100 seeds of quinoa of treatments in study. In all varieties of quinoa seeds were detected oospores, being with the largest number of oospores in the INIA-Altiplano,, Salcedo INIA-Lambayeque and Koliku varieties with 96.25, 80.25 and 63.75 oospores respectively; and with fewer present him Wila, Salcedo INIA (UNP), INIA-ECOSAC Salcedo and Pasankalla varieties (Puno) with 16, 15, 10 and 8.5 oospores respectively. The first symptoms were 34 days after sowing (DAS), the disease mainly affected the foliage of the plant. Treatments with products Action FP / Pare, Agromos + Soil set, 3 Tac (0. 5 kg) and Biosar (0. 5 kg). Lowest ABCPE values with 939.820, 1040.731, 1178.675 and 1234.530 were respectively, and the control treatment without application (T) showed the highest value of AUDPC with 2161.015.

ÍNDICE

	Pág.
APÍTULO : I	1
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
APÍTULO : II	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 La Quinoa	3
2.1.1 Clasificación taxonómica	3
2.1.2 Origen	3
2.1.2 Descripción botánica	4
2.2 Mildiu de la quinua	6
2.2.1 Sintomatología	7
2.2.2 Epidemiología	7
2.2.3 Control	9
APÍTULO : III	11
MATERIALES Y METODOS	11
3.1 Lugar y periodo de ejecución	11
3.2 Ubicación política	11
3.3 Ubicación geográfica	11
3.4 Fase de laboratorio	12
3.4.1 Detección de oosporas en semillas de quinua	12
3.4.2 Características morfométricas de <i>P. variabilis</i>	12
3.5 Fase de campo	15
3.5.1 Material genético	15
3.5.2 Datos meteorológicos	15
3.5.3 Descripción de sintomatología	15

3.5.4	Ensayo de compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en campo	15
a.	Descripción de los tratamientos	17
b.	Preparación de productos	18
c.	Dosis y frecuencia de aplicación	18
3.6	Diseño experimental	20
3.7	Características del campo experimental	20
3.8	Variables evaluadas	22
3.8.1	Severidad	22
3.8.2	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)	23
3.8.3	Rendimiento	24

CAPÍTULO : IV 25

RESULTADOS Y DISCUSION 25

4.1	Detección de oosporas en semillas	25
4.2	Epidemiología de la enfermedad	28
4.3	Sintomatología del mildiu de la quinua	30
4.4	Características del agente causal	35
4.4.1	Características morfológicas de las estructuras asexuales	35
4.4.2	Características morfológicas de las oosporas	37
4.5	Efecto de compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control del mildiu	38
4.6	Rendimiento	44
4.7	Cuantificación de oosporas	45

CAPÍTULO : V	46
. CONCLUSIONES	46
CAPÍTULO : VI	47
. RECOMENDACIONES	47
CAPÍTULO : VIII	48
. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
01	13
Procedencia de variedades de semillas de quinua para la detección de oosporas del hongo <i>Peronospora variabilis</i> agente causal de la enfermedad del mildiu, UNP- 2015.	
02	16
Nombre comercial, ingrediente activo y características y firma comercial de los productos que se emplearon para el control del mildiu de la quinua (<i>Peronospora variabilis</i>) en la parcela del CPA de la UNP-Piura.	
03	17
Tratamientos con las respectivas dosis de los productos utilizados en el control de mildiu en quinua (<i>Peronospora variabilis</i>) en la parcela del CPA de la UNP-Piura.	
04	19
Frecuencia de aplicación de los tratamientos en estudio con compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa para el control del mildiu de la quinua, CPA-UNP-2015.	
05	22
Escala de grados para evaluar la severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua (Danielsen, <i>et al.</i> , 2000a).	
06	27
Comparación de medias del número de oosporas en 100 unidades de semillas quinua de diferentes variedades y procedencias.	
07	30
Comparación de la medias del ABCPE mediante la prueba de Duncan (0.05) como efecto de los tratamientos en el control de <i>P. variabilis</i> en quinua var. Salcedo INIA. UNP-2015.	
08	41
Resumen de la respuesta en el progreso temporal de severidad de <i>P. variabilis</i> a los tratamientos durante 12 evaluaciones.	
09	42
Comparación de las medias del peso/panojas mediante la prueba de Duncan (0.05) del efecto de los tratamientos con compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control de <i>P. variabilis</i> en quinua var. Salcedo INIA.	

10	Comparación de las medias del números de oosporas en 100 semillas de quinua de los tratamientos en estudio var. Salcedo INIA. UNP-2015.	45
----	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro N°		Pág.
01	Diferentes variedades de semillas de quinua empleadas para la detección de oosporas.	14
02	Distribución de bloques y parcelas del campo experimental para el control del mildiu de la quinua "Salcedo" UNP.	21
03	Escala diagramática del grado de severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua.	23
04	a). Oosporas del hongo <i>P. variabilis</i> inmersos en tejido de hojas infectadas en la campaña agrícola 2014-II, procedentes de la parcela del CPA-UNP. b). Oosporas de forma redondeada con doble pared, observadas en el microscopio compuesto 20 y 40 X.	28
05	Coefficiente de correlación de la severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua con respecto a la temperatura mínima en Piura.	29
06	Síntomas iniciales a manera de puntos pequeños cloróticos visibles en el haz de las hojas: A y B.	32
07	Manchas cloróticas visibles irregulares, algunas limitadas por la nervadura principal y lateral: A y B.	32
08	Presencia de varias manchas cloróticas con necrosis y hojas con necrosis foliar en más del 50%.sterior defoliación: A y B.	33
09	Síntomas de mildiu en quinua en el tercio inferior, medio y superior; y Presencia de rocío sobre la lámina foliar: A y B.	33
10	Síntomas de mildiu en quinua con manchas de color rojiza de forma irregular: A y B.	34
11	Formación del moho grisáceo en el envés de las hojas constituidas de esporangioforos y esporangios.	34
12	A) Esporangióforos arborescentes y dicotómicamente ramificados. B y C) Esporangios de forma ovoide con pared engrosada, con una papila apical D) Longitud del esporangio vista a nivel de microscopio compuesto de luz óptica.	36

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de quinua es originario de los andes peruanos, constituye uno de los alimentos básicos y su consumo se está convirtiendo cada vez más popular en la población peruana, por sus características nutricionales es muy útil en las etapas de desarrollo y crecimiento de los niños; además es fácil de digerir, no contiene colesterol y se presta para la preparación de dietas completas y equilibradas, además puede ser utilizada en las dietas comunes como en la alimentación vegetariana, así como en dietas especiales de determinados consumidores como adultos mayores, niños, deportistas de alto rendimiento, diabéticos y personas intolerantes a la lactosa (FAO/PROINPA, 2011).

A nivel internacional la quinua es valorado en la dieta de los norteamericanos, europeos y últimamente asiáticos, siendo exportada en los últimos años 2012, 2013 y 2014 la cantidad de 528.3, 1086 y 1824.6 t respectivamente. La cadena productiva de la quinua comienza a tener mayor importancia dentro de los productos andinos y dentro de los productos de exportación no tradicionales.

En los últimos años se viene cultivando aproximadamente 400 ha de quinua en la región de Piura, sin embargo se viene presentando la enfermedad conocida como “mildiu” de la quinua. El “mildiu” es la enfermedad foliar más común de la quinua, causada por *Peronospora variabilis*; se halla distribuida en todos los lugares o países donde se cultiva quinua, Sudamérica, Norteamérica y Europa; ocasiona pérdidas que varía entre 20 a 25% de la producción. La infección es mayor en condiciones ambientales con alta humedad relativa, como síntoma principal se manifiesta manchas amarillentas en el haz de las hojas y en el envés se observa moho grisáceo lo que corresponde a las estructuras del hongo; en ataques severos ocasiona defoliaciones, por consiguiente, los granos no llegan a su madurez fisiológica, reducen los rendimientos y ocasiona pérdidas económicas (Gandarillas, et al., 2014).

En el presente trabajo de investigación se justifica en realizar un estudio detallado sobre la manifestación de la enfermedad el progreso de la severidad en diferentes etapas fenológicas del cultivo a nivel de campo.

2. OBJETIVOS

- a. Detección del inóculo primario del hongo causante del mildiu en variedades de quinua de diferente procedencia.
- b. Descripción sintomatológica de la enfermedad del “mildiu de la quinua”.
- c. Evaluación del efecto de compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control del “mildiu de la quinua”.

CAPÍTULO 2

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La Quinua

2.1.1 Clasificación taxonómica

Según USDA (s.f) la quinua pertenece a la siguiente clasificación.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Caryophyllidae
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Quenopodiáceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd
Nombre Común	: Quinua

2.1.2 Origen

Se atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú-boliviano, por estar caracterizada por la gran cantidad de especies silvestres y la gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas (Lescano, 1994).

1. Quinua de los valles, que crecen en los valles interandinos de 2000 a 3600 m.s.n.m., se caracterizan porque tienen gran desarrollo, pueden llegar de 2 a 2.5 m de altura, son ramificadas, su periodo vegetativo es largo, con panojas laxas, con inflorescencia amarantiforme, son tolerantes al mildiu, en este grupo tenemos a la blanca de Junín, amarilla de Marangani y rosada de Junín (León, 2003).

2. Quinuas altiplánicas, crecen en lugares aledaños al lago Titicaca a una altura de 3 800 m.s.n.m., estos cultivos se caracterizan por tener buena resistencia a las heladas, son bajos en tamaño, no ramificados (tienen un solo tallo y panoja terminal que es glomerulada densa), llegan a tener una altura de 1.00 a 2.00 m., con periodo vegetativo corto, se tiene quinuas precoces como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, semi-tardías: blanca de Juli, tardías: como la kancolla, chewecca, tahuaco, Amarilla de Marangani.
3. Quinuas de los salares, son nativas de los salares de Bolivia, como su nombre lo indica son resistentes y se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos son amargos y tienen alto porcentaje de proteínas miden de 1 a 1.5 m. de altura, presentan un solo tallo desarrollado; tenemos: la real boliviana, ratuqui, rabura, sayaña (variedades del altiplano boliviano).
4. Quinuas al nivel del mar, crecen en el Sur de Chile, son en su generalidad no ramificadas y los granos son de color amarillo a rosados y a su vez amargas, como en el Sur de Chile en Concepción, las quinuas se caracterizan por tener un fotoperiodo largo y la coloración de los granos de color verde intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado (Risi y Galwey, 1984).
5. Quinuas sub-tropicales, crecen en los valles interandinos de Bolivia, se caracterizan por ser plantas de color intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado.

2.1.3 Descripción botánica

El tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificado con una longitud de 25 a 30 cm., según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias. El tallo es cilíndrico y herbáceo anual a la altura del cuello cerca a la raíz y de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia;

cuando la planta es joven tiene una médula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo la corteza se lignifica, el color del tallo es variable, puede ser púrpura como la Pasankalla, blanco cremoso y con las axilas coloreadas como la blanca de Juli, en toda su longitud; colorada como la kancolla y otros colores según el ecotipo de cada zona (Mujica, 1988). Las hojas, son simples, enteras, esparcidas, glabras, pecioladas, sin estipulas, pinnatinervadas, presentan oxalatos de calcio o vesículas granulosas en el envés y a veces en el haz; las cuales evitan la transpiración excesiva en caso de que se presentaran sequías. En la quinua, podemos notar que la hoja está formada por una lámina y un pecíolo, los pecíolos son largos acanalados y finos, las hojas son polimorfas, las hojas inferiores son de forma romboidal o de forma triangular y las hojas superiores son lanceoladas que se ubican cerca de las panojas. Pueden tomar diferentes coloraciones, va del verde al rojo o púrpura (dependiendo de la variedad). La inserción de las hojas en el tallo es alterna, en cada nudo se observan de 5 a 12 hojas de acuerdo a cada variedad y la distancia entre nudos es de 0.8 a 4 cm. La hoja es por excelencia el órgano clorofiliano esencial de la respiración y la asimilación CO_2 . El número de dientes por hoja varía de 2 a 14 dependiendo de la variedad (Cornejo, 1976). La inflorescencia es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias se difieren por que pueden ser axilares y terminales. En algunas variedades no se tiene una diferencia clara y pueden ser ramificadas teniendo una forma cónica, el eje principal de la inflorescencia es de forma angulosa o piramidal y tiene dos surcos, donde se ubican las flores. De acuerdo a la forma de panoja; se le considera amarantiforme, cuando sus glomérulos están insertados en el eje secundario y glomérulada, cuando los glomérulos están insertos en el eje primario o principal y toda la panoja tiene la forma, de un solo glomérulo. De acuerdo a la densidad de panoja que se presentan estas son considerados: compactas, semicompactas o semilaxas y laxas. En una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androésteriles (imperfectas). Generalmente se encuentra 50 glomérulos en una planta y cada glomérulo está conformado por 18 a 20 granos aproximadamente. Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro

como en todas las Quenopodiáceas, son flores incompletas porque carecen de pétalos. Hay un grupo intermedio como la blanca de Juli, originaria de Puno, en el cual el grado de cruzamiento depende del porcentaje de flores pistiladas. El fruto es aquenio, el que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco tépalos que tiene la flor. El perigonio cubre solo una semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; el color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y es donde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo; se ubica en la primera membrana. La semilla tiene forma lenticelada, que se encuentra envuelta por el perisperma, el tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2mm ejm. var. sajama, salcedo-INIA, Illpa- INIA; mediano de diámetro 1.8 a 1.9 mm ejm. var. kancolla, tahuaco, chewecca y pequeño menos de 1.7 mm de diámetro. ejm. choclo y blanca de Juli (Mujica, 1988).

2.2. Mildiu de la quinua

Peronospora variabilis Gaum., es un parásito obligado, biotrófico que pertenece al reino Estraminopila (Chromista) del grupo de los Oomycetes, orden Peronosporales y familia Peronosporaceae. *P. variabilis* posee los dos tipos de reproducción asexual y sexual. La fase asexual se caracteriza por presentar esporangios de forma ovoide cuya germinación es directa, los esporangioforos son cenocíticas y dicotómicas. La reproducción sexual se caracteriza por la formación de la oospora (estructura sexual de sobrevivencia) en ausencia de hospedante y en condiciones ambientales adversas. El patógeno es heterotálico, para que se forme la oospora se requiere la presencia de dos tipos de apareamiento, P1 y P2 (talos genéticamente distintos pero sexualmente compatibles), para que se forme el oogonio y el anteridio. El oogonio crece a través del anteridio, permitiendo la fertilización y convirtiéndose en una oospora (estructura de paredes gruesas). Cuando las condiciones son favorables esta oospora germina y da lugar a la formación de un esporangio. Las oosporas pueden ser observadas mediante

tinciones en el interior de las hojas y en la superficie de las semillas (Choi *et al.*, 2010).

2.2.1. Sintomatología

La sintomatología difiere en las distintas variedades y estados de desarrollo de la planta, generalmente, la enfermedad se le reconoce porque las hojas afectadas presentan manchas amarillas o rojizas, estas manchas se observan en la cara superior de las hojas (haz), pero en la cara inferior (envés), crece una pelusilla de color plomo, las manchas van creciendo en tamaño y número. En la parte inferior o envés de las hojas correspondiente las áreas amarillentas o rojizas se observa la característica pelusilla de color gris violáceo. La presencia de esta enfermedad se inicia en las hojas inferiores y luego pasa a las hojas, superiores. Los síntomas en los tallos y ramas se manifiestan en forma de manchas menos pronunciadas que en hojas, las panojas son oscuras solo cuando la infección es intensa en toda la planta. A través de los granos de semilla se transmiten la enfermedad a la siguiente campaña agrícola. Disminuyen la calidad fotosintética, lo cual atrasa o alarga la maduración de la planta y por lo tanto también disminuye el rendimiento. Es raro observar plantas enfermas en época de sequía (Mujica, 1988).

2.2.2. Epidemiología

El hospedante y el patógeno son agentes activos en una enfermedad, pero ésta no se produciría si las condiciones del medio ambiente no fueran favorables para el patógeno o detrimentes para la planta. En el caso específico del mildiu de la quinua, temperaturas frescas y humedad alta (>80%) son factores determinantes para el crecimiento del patógeno y la diseminación de la enfermedad en el campo y dentro de una región (Alandia, 1979).

La presencia de rocío al amanecer y la persistencia de éste hasta altas horas de la mañana permiten que las oosporas de *Peronospora* germinen y penetren el tejido

2.2.3. Control

El manejo del mildiú de la quinua, se basa en tres componentes: a) control cultural, basados en rotaciones de cultivo, practicas agronómicas para disminuir la humedad en el campo (distancias de surcos y plantas, drenaje, dirección de surcos con respecto al viento), asociación o mezcla de cultivos. Es necesario recurrir a métodos de control compatibles con la demanda para aumentar la productividad de quinua y al mismo tiempo conservar el medio ambiente y la salud (León, 2003); b) uso de variedades resistentes y/o tolerantes y multilíneas y, c) control químico, aplicando fungicidas foliares como Ridomil, Polyram combi, Cupravit OB-21, Manzate D y Lonacol a una dosis de 1,5 kg/ha (Lázaro, 1984). Conjugando armónicamente los diferentes métodos de control de mildiú, se puede brindar una protección integral al cultivo basado en una buena selección de semilla libre de patógenos, manejo racional y oportuno de las practicas agronómicas, uso de variedades resistente y/o tolerantes, uso selectivo de fungicidas y otros métodos de control compatibles con el equilibrio ecológico (Ortiz *et al.*, s.f.).

Los fosfitos son productos que tienen acción como activador de la resistencia sistémica adquirida (SAR) dentro de la planta, su rango de acción es específico, sólo actúa sobre una familia de los Oomicetos en la cual tiene un efecto preventivo y curativo. El fosfito (HPO_3^{2-}) es un estimulador en la formación de las fitoalexinas. La fitoalexinas formadas específicamente por los fosfitos tienen un efecto directo sobre los pseudohongos u Oomicetos como *Phytophthora*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora*, *Pythium*, *Albugo*, *Bremia*, etc. (EDA, 2008).

Los fosfitos tienen una acción eficiente cuando está dentro de la planta, estimulando las reacciones de defensa como la producción de compuestos fenólicos que bandas amófilas que rodean a la célula de penetración del pseudohongo (Daniel y Guest, 2005).

Algunos resultados experimentales observados de la aplicación de fosfitos han demostrado que los tratamientos preventivos a la planta resultarían en un nivel alto de fitoalexinas, seis veces más que en condiciones normales, previniendo e inhibiendo el ataque fungoso (Schwinn y Margot, 1991).

CAPÍTULO 3

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Lugar y período de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Sanidad Vegetal, de la Facultad de Agronomía y la fase de campo se realizó en la parcela experimental “Túpac Amaru II” del Centro de Investigación de Producción Agrícola (CPA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura; tuvo una duración de 07 meses, se inició el 01 de marzo y finalizó el 30 de setiembre del año 2015.

3.2 Ubicación política

Departamento	:	Piura
Provincia	:	Piura
Distrito	:	Castilla
Lugar	:	Miraflores
Valle	:	Medio Piura

3.3 Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	05° 10' 45''
Longitud Oeste	:	80° 37' 07''
Altitud	:	30 m.s.n.m.

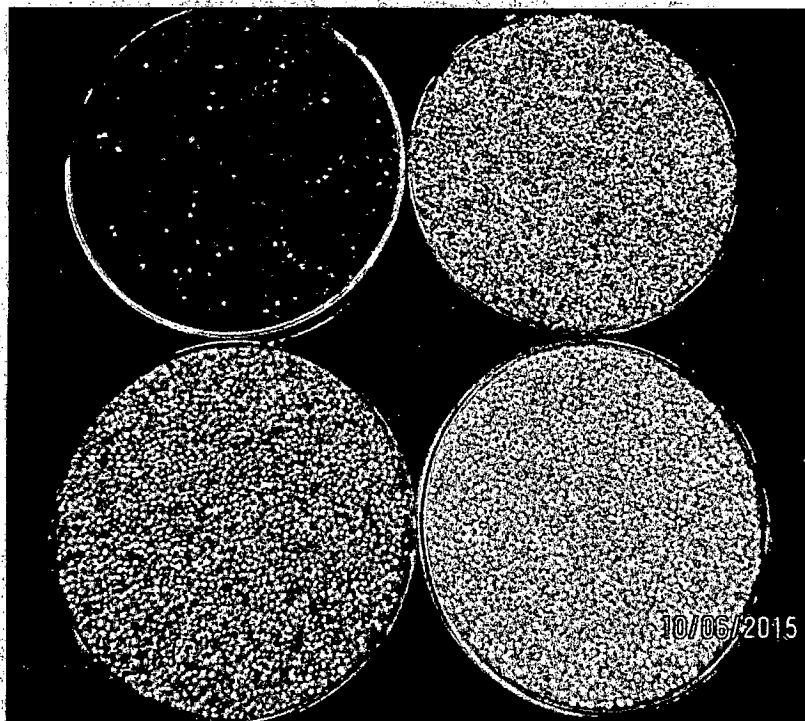


Fig. 1. Diferentes variedades de semillas de quinua empleadas para la detección de oosporas.

3.5 Fase de campo

3.5.1 Material genético

Se empleó semilla botánica certificada, categoría autorizada, var. Salcedo INIA, lugar de procedencia Lambayeque.

3.5.2 Datos meteorológicos

Los datos de temperatura y humedad relativa fueron registrados por la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Piura.

3.5.3 Descripción de sintomatología

Se realizaron observaciones directas en hojas, se tomaron fotografías y se describieron los síntomas característicos de la enfermedad en hojas, en toda la fase fenológica del cultivo.

3.5.4 Ensayo de compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en campo

Los productos que se emplearon en la investigación se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Nombre comercial, ingrediente activo y características y firma comercial de los productos que se emplearon para el control del mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis*) en la parcela del CPA de la UNP-Piura.

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Características	Firma comercial
Biosar	Aminoácidos y proteínas	Abono foliar – inductor de defensa	Avance Biotechnologies
3 Tac	<i>Trichoderma</i> spp.	Biofungicida, destructor estructural	Avance Biotechnologies
Soil Set	Derivados de sulfato de Cu, Fe, Mn y Zn.	Fertilizante foliar	Altech Crop Science
Agro moss	Manano oligosacarido	Rico en nutrientes y aminoácidos que promueven la resistencia	Altech Crop Science
Pare	Compuesto fosforado - Complejo cúprico	Nutriente foliar y promotor de fitoalexinas	Piaggio
Action FP	Fosfito de potasio NPK 0-50-34	Nutriente foliar y promotor de fitoalexinas	Piaggio
Metalosate	Quelato de aminoácidos de Cu	Fertilizante foliar	Albion Plant Nutrition
Biotens	Fosfolípidos orgánicos	Surfactante tenso activo	Albion Plant Nutrition

Cuadro 4. Frecuencia de aplicación de los tratamientos en estudio con compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa para el control del mildiu de la quinua, CPA-UNP-2015.

Fecha	dds	TRATAMIENTOS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
30/05/15	10	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Fosfito de K	Metalosate	Metalosate	Testigo
09/06/15	20	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Fosfito de K	Metalosate	Metalosate	Testigo
23/06/15	34	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Pare	Metalosate	Metalosate	Testigo
02/07/15	43	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Fosfito de K	Metalosate	Metalosate	Testigo
07/07/15	47	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Pare	Metalosate	Metalosate	Testigo
14/07/15	55	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Fosfito de K	Metalosate	Metalosate	Testigo
24/07/15	65	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Pare	Metalosate	Metalosate	Testigo
03/08/15	73	Biosar	Biosar	3Tac	3Tac	Soil set + Agromox	Fosfito de K	Metalosate	Metalosate	Testigo

dds= días después de la siembra

3.6. Diseño experimental

Se empleó el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 09 tratamientos y 5 repeticiones, se realizó el análisis de variancia (ANVA) y las comparaciones de medias de Duncan en un nivel de significancia de 0.05 de probabilidad en el programa SAS (System Analysis Statistical).

3.7. Características del campo experimental

El campo experimental consistió en 5 bloques o repeticiones, cada uno de ellos estuvo conformado por 9 tratamientos (Fig. 2). Las características del campo experimental se presentan a continuación.

Largo del campo experimental	: 35 m
Ancho del campo experimental	: 24.2 m
Área	: 847 m ²

Bloques

Largo	: 21.6 m
Ancho	: 6.6
Área	: 142.56 m ²
Nº de bloques	: 5

Parcelas

Largo	: 6.6 m
Ancho	: 2.4 m
Área	: 15.84 m ²
Nº de parcelas	: 45 unid.

Nº de parcelas/bloques : 9 unid.

Nº de Surcos : 3 unid.

Distancia entre surcos : 0.80 cm

Nº plantas/metro lineal : 20 plantas

Ancho de caminos

Entre bloques : 0.5 m

Contorno del campo : 1.0 m

6.6 m	0.5 m	6.6 m	0.5 m	6.6 m	0.5 m	6.6 m	0.5 m	6.6 m	
T9R3		T8 R1		T9 R4		T5 R2		T7 R1	2.4 m
T2 R1		T3 R5		T8 R2		T7 R2		T2 R5	2.4 m
T6 R2		T1 R4		T4 R1		T3 R3		T3 R1	2.4 m
T8 R1		T7 R4		T2 R3		T1 R2		T6 R5	2.4 m
T7R5		T2R2		T7R3		T6R3		T4R5	2.4 m
T1R5		T5R5		T3R2		T4R3		T5R4	2.4 m
T3R4		T4R2		T5R3		T9R2		T1R3	2.4 m
T4R4		T6R2		T6R4		T8R3		T9R1	2.4 m
T5R1		T9R5		T1R1		T2R4		T8R4	2.4 m
I		II		III		IV		V	

Fig. 2. Distribución de bloques y parcelas del campo experimental para el control del mildiu de la quinua “Salcedo” UNP.

3.8. Variables evaluadas

3.8.1. Severidad

Para la evaluación de la severidad se marcaron 25 plantas por tratamiento, 5 plantas por repetición, en cada momento se evaluaron 3 hojas por planta al azar, en el tercio inferior, medio y superior; para ello se utilizó una escala descriptiva y diagramática de 5 grados (0 a 5), tomando como referencia la escala propuesta por (Danielsen *et al.*, 2000) (Cuadro 5 y Fig. 3). Las evaluaciones se realizaron a los 19, 24, 29, 34, 39, 44, 49, 54, 59, 64, 69, y 74 días después de la siembra (dds), hasta que el cultivo llegó a la fase fenológica de grano pastoso.

Cuadro 5. Escala de grados para evaluar la severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua (Danielsen *et al.*, 2000a).

Grado de severidad	Características (porcentaje de tejido foliar afectado)
0	Hojas sanas
1	1-5 % de tejido afectado, puntos amarillentos en el haz de la hoja.
2	6 – 15 % de tejido afectado, manchas amarillentas en el haz de las hojas.
3	16-25 % de tejido afectado, manchas amarillentas en el haz de a hoja y esporulación grisácea en el envés de la hojas.
4	26-50 % de área afectada, manchas amarillentas en el haz, distorsión, pequeñas lesiones necróticas y esporulación grisácea en el envés de la hoja.
5	51- 100 % de aérea afectada, amarillamiento generalizado necrosis de la hoja).



Fig. 3. Escala diagramática del grado de severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua.

3.8.2. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

Para describir el desarrollo de la enfermedad con los diferentes tratamientos, se calculó el valor de las áreas bajo las curvas del progreso de la enfermedad, (ABCPE), descrito originalmente en Inglés como Area Under Diseases Progress Curve (AUDPC), en base a mediciones de severidad, para lo cual se empleó la siguiente formula (Campbell y Madden, 1989).

$$ABCPE = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{(i+1)}}{2} \right) (t_{(i+1)} - t_i)$$

Dónde: Y_i = % de área foliar afectada por mildiu el día "T"
 T = Corresponde a los periodos de evaluación
 n = Número de evaluaciones

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Detección de oosporas en semillas

En todas las variedades de las semillas de quinua se detectaron oosporas, los resultados del número de oosporas muestran en el cuadro 6 y 16 (Anexo). Siendo con mayor número de oosporas detectadas en las variedades INIA-Altiplano, Salcedo INIA-Lambayeque y Koliku con 96.25, 80.25 y 63.75 oosporas en 100 granos de semillas de quinua respectivamente; y con menor número lo presentan las variedades Wila, Salcedo INIA (UNP), Salcedo INIA-ECOSAC y Pasankalla (Puno) con 16, 15, 10 y 8.5 oosporas respectivamente.

La procedencia de las variedades INIA Altiplano y Koliku son de la región Puno, probablemente en esta zona las condiciones ambientales sean favorables para la enfermedad, y predisponentes a la formación de gametangios y por consiguiente se hayan presentado mayor número de oosporas; además no emplean ningún tipo de fungicidas para el control de la enfermedad posiblemente sea la razón por la cual se hayan detectado mayor número de oosporas (Comunicación personal Ing Wuilber Machaca, proveedor de semillas). La var. Salcedo INIA procedente de Lambayeque es considerada como susceptible o media tolerante al mildiu, por lo cual el hongo ha podido colonizar con mucha facilidad al tejido del hospedante y por ello haya formado alta carga de gametangios en las semillas. Con respecto a las variedades que presentaron menor número de oosporas en semilla, se deba a que la variedades wila y pasankalla se consideran como tolerante al mildiu, según Canahua *et al.*, (2011), y la var Salcedo INIA procedente de las parcelas de la UNP y ECOSAC, presenten menor de oosporas debido a que se realizaron aplicaciones de fungicidas para el control de la enfermedad del mildiu y ello ha podido inhibir la formación y desarrollo de los gametangios para la menor formación de oosporas.

En este estudio se llegó a comprobar que las semillas de quinua se comportan como fuentes de inóculo primario de la enfermedad del mildiu, ya que en todas las variedades se detectaron oosporas. En la investigación realizada por Mercado (2001), encontró infecciones del perigonio y pericarpio de quinua con oosporas en granos provenientes de diferentes regiones del Perú, demostrando que existe transmisión de *P. variabilis* a través de semilla. La transmisión de oosporas de *P. variabilis* en la semilla de quinua esta posiblemente contribuyendo al inicio de epidemias como inóculo primario, y a través de las semillas ha permitido la diseminación y distribución del patógeno a diferentes lugares donde se cultiva. Estudios realizados por Testen *et al.*, (2014) y Danielsen *et al.*, (2004), reportan que la transmisión de oosporas por semilla es eficiente y es el inóculo primario más importante de la enfermedad del mildiu y ha podido ser distribuida a otros países fuera de Sudamérica.

Se logró observar también oosporas en restos de hojas infectadas de la campaña agrícola 2014-II, procedentes de la parcela del CPA-UNP (Fig. 4), esto nos da a conocer que en nuestra región de Piura, se forman con facilidad los dos tipos de apareamiento P1 y P2 para dar origen a la formación de oosporas, que posteriormente se comportan con estructuras de conservación por mucho tiempo. Según Danielsen y Ames (2008), reportan que las oosporas son heterotalicas y se han encontrado oosporas en hojas infectadas procedentes de Huancayo, Puno, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco y La Paz; lo que significa que los dos tipos de apareamiento P1 y P2 están presentes en las zonas de mayor importancia para el cultivo de quinua, solo en Lima no se detectaron oosporas en hojas infectadas.

McDonald *et al.*, (1989), reportan que la reproducción sexual en un organismo homotalico provee limitado incremento en la diversidad dentro de una población, mientras que un organismo heterotalico desarrolla nuevos genotipos debido a la distribución de alelos desde dos progenitores genéticamente diferentes (tipos de apareamiento). La reproducción sexual es una fuerza evolutiva importante en las poblaciones de patógenos heterotalicas, porque conduce a un aumento de la diversidad genotípica; y un conocimiento del sistema de apareamiento de un

patógeno es importante para identificar las fuerzas evolutivas dentro de las poblaciones y para la implementación de estrategias de control adecuado.

Cuadro 6. Comparación de promedios del número de oosporas en 100 unidades de semillas de quinua de diferentes variedades y procedencias.

Variedades	Procedencia	Número de oosporas /100 semillas
INIA Altiplano	Puno	96.25
Salcedo INIA	Lambayeque	80.25
Koliku	Puno	63.75
Witulla	Puno	47.25
Blanca de Juli	Puno	43.5
Quellohua	Puno	42
Salcedo INIA	Cieneguillo	41.75
Amarilla de Junin	INIA - Piura	34
Blanca de Junin	INIA - Piura	29.75
Cuyto	Puno	27.5
Amarilla Marangani	INIA - Piura	16.75
Wila	Puno	16
Salcedo INIA	Parcela CPA-UNP	15
Salcedo INIA	Medio Piura - ECOSAC	10
Pasankalla	Puno	8.25

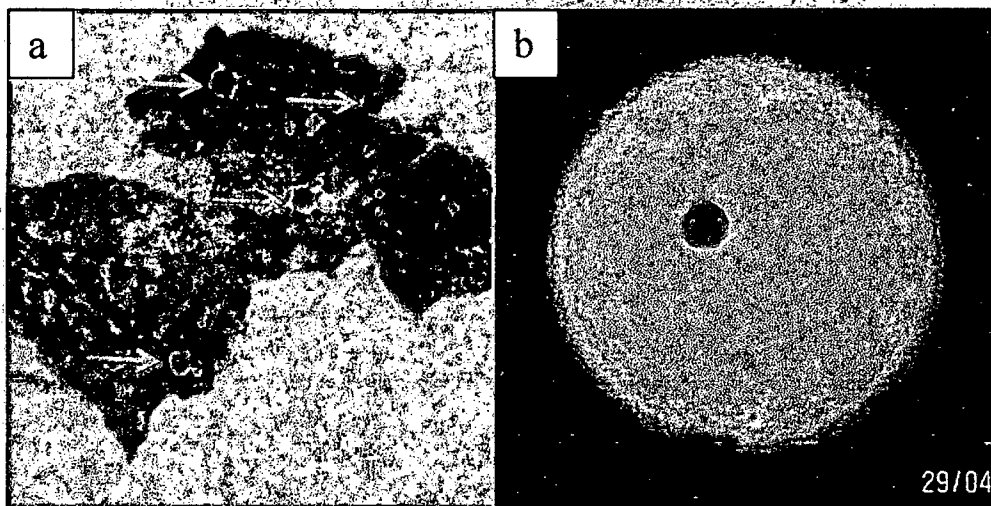


Fig. 4. a). Oosporas del hongo *P. variabilis* inmersos en tejido de hojas infectadas en la campaña agrícola 2014-II, procedentes de la parcela del CPA-UNP. b). Oosporas de forma redondeada con doble pared, observadas en el microscopio compuesto 20 y 40 X.

4.2 Epidemiología de la enfermedad

Los datos meteorológicos entre 20 de mayo y el 12 de agosto del 2015, periodo de evaluación de severidad, fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad del mildiú de la quinua. Estos tuvieron las siguientes características: temperatura media de 24.9 °C, con un máximo de 29.9 y un mínimo de 20.6, y humedad relativa media de 80.4 (Cuadro 12 anexo), con una relación significativa inversa y con un coeficiente de correlación de 60% (Fig. 5), lo que la enfermedad de mildiú es favorecida por temperaturas menores a 25°C bajo condiciones del departamento de Piura.

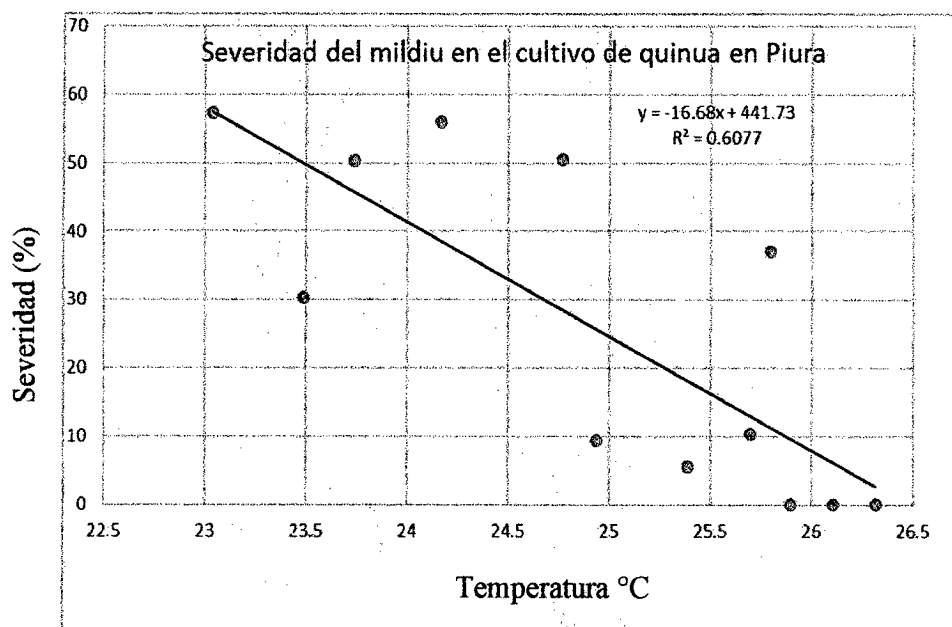


Fig. 5. Coeficiente de correlación de la severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua con respecto a la temperatura mínima en Piura.

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son alta humedad relativa (>80%) y temperaturas entre 18 a 22 °C, que favorecen la formación de los esporangios y el crecimiento del micelio; sin embargo, estos procesos pueden interrumpirse al presentarse períodos prolongados de insolación y sequía. En zonas donde las plantas amanecen con una delgada capa de agua de rocío, es suficiente para que el patógeno pueda desarrollarse y provocar la enfermedad. También se ha observado que períodos con nubosidad, aunque no llueva, favorecen a la aparición de la enfermedad. En cambio, el desarrollo de la enfermedad es menos sensible a la temperatura, los procesos de infección pueden tener lugar en un amplio rango que oscila entre 0 a 25 °C (Danielsen y Ames, 2008).

Otros autores indican que el mildiu de la quinua por *Peronospora variabilis* requiere humedad relativa mayor a 80 por ciento y temperaturas entre 15 y 25 °C para producir la enfermedad (Alandia *et al.*, 1979 y Danielsen *et al.*, 2000b). Según Mujica *et al.*, (2001), reporta que la infección por mildiu en el cultivo de quinua en

la región de Puno, es estimulada por la alta humedad relativa (>80%) y las temperaturas moderadas (13 a 18°C). Sin embargo en el presente trabajo de investigación la temperatura osciló de 20.6 a 29.9 °C, estas fueron superiores a las indicadas por Mujica *et al.*, (2001) y otros autores; lo cual indica que la enfermedad de mildiú puede adaptarse a diferentes rangos de temperatura, evidenciándose síntomas de clorosis y defoliaciones de hojas y observándose estructuras propagativas que corresponden a esporangioforos y esporangios y finalmente se pudieron apreciar las oosporas sobre el pericarpio de las semillas que corresponden a las estructuras de conservación.

4.3 Sintomatología del mildiú de la quinua

Los primeros síntomas se presentaron a partir de los 34 días después de la siembra (dds), la enfermedad afectó principalmente al follaje de la planta, como síntomas iniciales se observaron pequeños puntos amarillentos visibles en el haz de las hojas (Fig. 6). Posteriormente los puntos amarillentos aumentaron de tamaño, formando manchas cloróticas grandes e irregulares, en algunos casos las nervaduras principales y laterales limitaron en avance de la mancha clorótica (Fig. 7), como síntoma avanzado se observó que las manchas cloróticas alcanzaron a cubrir más del 50% de la lámina foliar, algunas hojas se enrollaron, posteriormente presentaron lesiones necróticas lo que ocasionó defoliaciones en la planta (Fig. 8). En el envés de la hoja y en la proyección de la mancha clorótica se observaron la formación de un moho grisáceo de aspecto algodonoso, constituidas por las estructuras asexuales del hongo como son los esporangios y los esporangioforos (Fig. 11). La enfermedad se presentó al inicio en el tercio inferior de la planta, en pocos días (2 a 4) los síntomas alcanzaron al tercio medio y al tercio superior, este progreso de la enfermedad fue favorecida por el rocío de la mañana formándose a manera de gotas sobre la lámina foliar (Fig. 9), estas condiciones han creado ambiente favorable para la germinación, penetración y la colonización del patógeno en las hojas; además la enfermedad se presentó con más intensidad y severa después del riego, este fue por inundación y se realizó a los 38 dds.

En algunas plantas los síntomas de la enfermedad del mildiu se observaron manchas rojizas de diferente forma y tamaño (Fig. 10). Las coloraciones se deben a los pigmentos que predomina en la planta, y a su vez es debido a las diferentes variedades cultivadas comercialmente (Danielsen y Ames, 2008).

En algunos casos las lesiones pueden estar localizadas y definidas, sin embargo, en otros las lesiones son muy tenues y amplias, en ambos casos pueden cubrir la totalidad del área foliar. Ocasionan alteraciones fisiológicas, disminuyendo severamente la fotosíntesis. En infecciones graves puede llegar a necrotizar toda la hoja o área afectada de la planta y produce defoliación generalizada (Danielsen *et al.*, 2000b).

Cuando las variedades son susceptibles y el ataque es severo, se observa una distorsión de los tejidos afectados y las hojas muestran depresiones pronunciadas semejándose a ampollas pálidas o coloreadas. En otros casos, las infecciones del patógeno adoptan una característica de tipo sistémico, capaz de llevar a una confusión por ataque de virus, las plantas se quedan amarillentas y con enanismo pronunciado. Esta sintomatología se expresa cuando la infección del patógeno se inicia por medio de oosporas al momento de la germinación de la semilla (Alandía *et al.*, 1979).

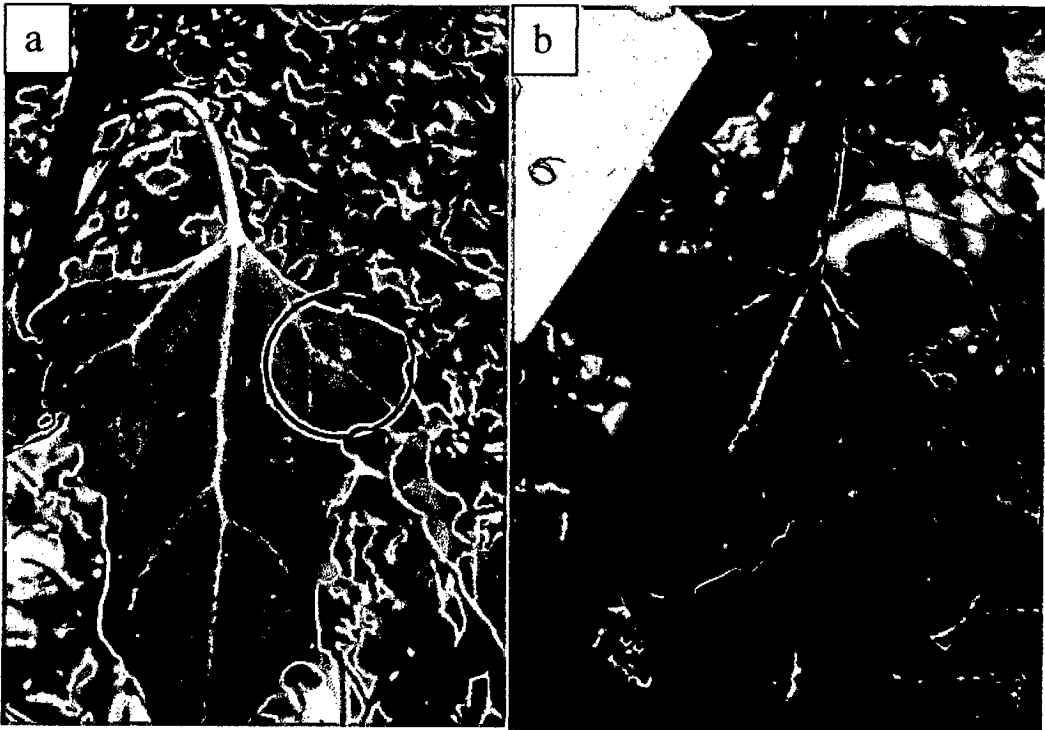


Fig. 6. Síntomas iniciales a manera de puntos pequeños cloróticos visibles en el haz de las hojas: A y B.

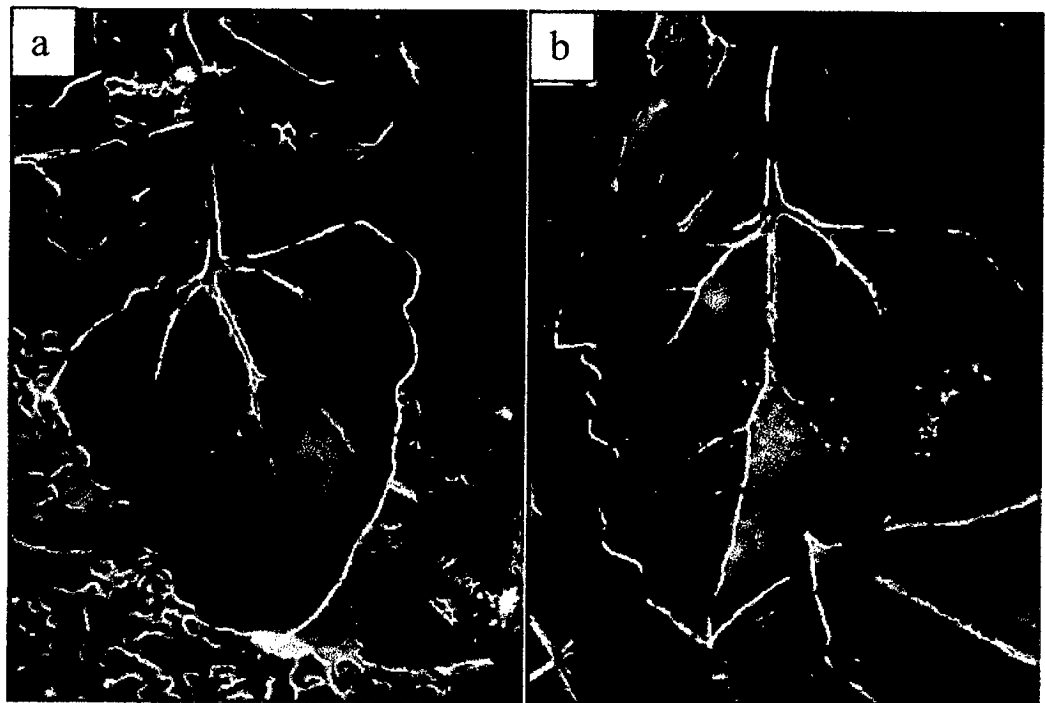


Fig. 7. Manchas cloróticas visibles irregulares, algunas limitadas por la nervadura principal y lateral: A y B

4.4. Características del agente causal

4.4.1. Características morfológicas de las estructuras asexuales

En el envés de las hojas infectadas con mildiu, se observó la formación de un moho grisáceo, en el cual estuvieron constituidas por estructuras propagativas de reproducción asexual que corresponden a los esporangioforos y esporangios. Los esporangioforos midieron entre 156 y 231 μm de longitud y 8.0 y 12.3 μm de diámetro, con forma arborescente, ramificados dicotómicamente con ángulos que terminan en 2 – 3 extremos flexuosos dispuestos en ángulo recto o agudo, en los que se insertan los esporangios. Los esporangios son de forma ovoide, con una papila apical; miden entre 25.2 y 30.6 μm de largo y 18.6 y 23.6 μm de diámetro (Fig. 12). Tienen la pared ligeramente rugosa y el protoplasma granulado; estas características morfológicas, se asemejan a la especie *Peronospora variabilis*, además los esporangios son deciduos donde a la madurez se desprenden de los esporangioforos (Danielsen y Ames, 2008).

4.4.2 Características morfométricas de las oosporas

Las oosporas son estructuras de reproducción sexual, son de forma esférica con pared gruesa oscura, redondeada y ondulada (Fig. 13). Según, Risco (2014) reporta que las oosporas en estado joven son de forma esférica con pared delgada, clara y ondulada y cuando son maduras adquieren pared gruesa oscura.

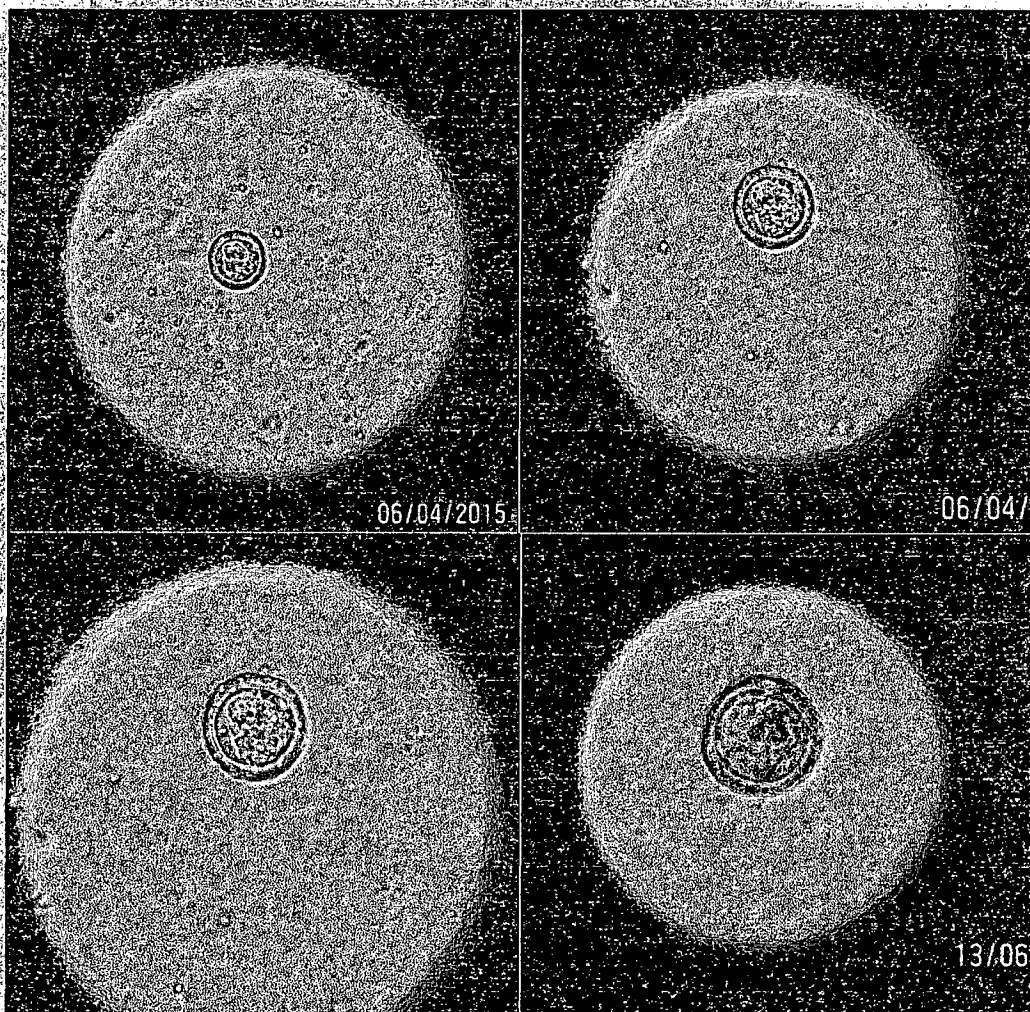


Fig. 13. Oosporas del hongo *P. variabilis* detectadas en diferentes var. de semillas de quinua, son de forma redondeada con pared gruesa y externamente ondulada.

4.5. Efecto de compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control del mildiu

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 13 anexo) y a la comparación de medias de Duncan (Cuadro 8), con un nivel de significancia de 0.05, existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).

Los tratamientos con Action FP/Pare, Agromos + Soil set, 3 Tac (0.5kg) y Biosar (0.5kg), se obtuvieron valores más bajos de ABCPE con 939.820, 1040.731, 1178.675 y 1234.530 respectivamente, no habiendo diferencia estadística entre ellos, seguido por el tratamiento Metalosate (0.5kg) y 3 Tac (1kg) con valores de ABCPE 1545.955 y 1850.335 no habiendo diferencia estadística entre ellos, pero si con respecto al tratamiento testigo sin aplicación (T) que presentó el valor más alto de ABCPE con 2161.015 y los tratamientos como el Biosar (1kg) y Metalosate (0.35kg) que estadísticamente no se diferencian del testigo.

Los productos con fosfito de potasio promueven que las plantas generen sus propias defensas naturales y controlen de manera muy efectiva al mildiu y otros patógenos como Phoma, que permite el logro de altos rendimientos en el cultivo de quinua (Pozo, 2014).

Action FP es un nutriente foliar líquido, con alta concentración de fosfito de potasio 100% bioasimilable por la planta; además el fosfito de potasio, cuya actividad está ligada a la actividad del ion (PO_3^-) que por su elevada sistemicidad y desarrollo de ácido fosforoso induce a la planta a la producción de Fitoalexinas predisponiendo a la planta a auto defenderse contra enfermedades como tristeza, gomosis, mildiu rancha y otras (Piaggio, 2015).

En trabajos con aplicaciones de potasio mostraron supresión de enfermedades foliares (Harris, 1997) y fertilizantes de potasio aplicados foliarmente fueron altamente efectivos inductores de protección sistémica contra el oídio,

considerado biotrofo (Reuveni *et al.*, 1995) al igual que el mildiu. Además el potasio está involucrado en numerosas funciones fisiológicas relacionadas a la tolerancia al estrés biótico y abiótico y en forma general la nutrición mineral con macro y micro elementos son esenciales en varios mecanismos como, la activación de enzimas que produce metabolitos de defensa así como ligninas y fitoalexinas (Daniel y Guest, 2005).

Lema (2009), considera el Fosfito de potasio como un IR en plantas de Dominico-Hartón contra *M. fijiensis*, al ser aplicadas redujo la incidencia de la enfermedad. Además el fosfito de potasio ha sido considerado como un inductor de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR), la cual consiste en un mecanismo natural desarrollado por las plantas para defenderse del ataque de microorganismos fitopatógenos (Daniel and Guest, 2005). En la planta el fosfito de potasio es disociado en las formas de ácido fosforoso (H_3PO_3) y K; el ácido fosforoso al ser reconocido por la planta como un metabolito del patógeno, activa los mecanismos de defensa estimulando la producción de fitoalexinas, las cuales son reconocidas por sus propiedades biocidas contra diferentes grupos de agentes causales de enfermedades de la clase Oomycetes, Hyphomycetes (*Botrytis cinerea*) y Agonomycetes (*Rhizoctonia solani*) (Kofot *et al.*, 2007).

Agro mos, cuyo ingrediente activo es Manano oligosacáridos, con una composición de alpha-amino nitrógeno y Cu al 4%, ayuda en los procesos fisiológicos de la planta y además genera mecanismos de defensa naturales para la prevención en un control de enfermedades fitopatógenas, su mecanismo de acción se da a través de la síntesis de PR-proteínas de resistencia que son inhibidores de proteinasas, posee propiedades quititinasas y producción de fitoalexinas, lo cual altera el metabolismo de las células del patógeno hasta ocasionar la lisis. En relación Soil set, se comercializa como fertilizante foliar, los cuales son ricos en zinc soluble en agua con 3.2 %, ayudan en los procesos fisiológicos y en la resistencia de la planta al ataque de patógenos (Allthech, 2015).

Cuadro 7. Comparación de la medias del ABCPE mediante la prueba de Duncan (0.05) como efecto de los tratamientos en el control de *P. variabilis* en quinua var. Salcedo INIA. UNP-2015.

Tratamientos	ABCPE	Significancia (0.05)
T6 Action FP/Pare	939.820	a
T5 Agromos + Soil set	1040.731	a
T4 3 Tac (0.5kg)	1178.675	a
T2 Biosar (0.5kg)	1234.530	a
T7 Metalosate (0.5kg)	1545.955	b
T3 3 Tac (1kg)	1850.335	bc
T1 Biosar (1kg)	1945.710	c
T8 Metalosate (0.35kg)	1994.575	c
T9 Testigo	2161.015	c

De acuerdo al (Cuadro 9 y Fig. 13), se observa que en las tres primeras evaluaciones no se observaron síntomas de la enfermedad, en la 4^{ta} evaluación (34 dds) se apreciaron los primeros síntomas de la enfermedad en todos los tratamientos, siendo de menor severidad los tratamientos con los productos Agromos + Soil set y Action/pare con 0.27 % de severidad, y el tratamiento testigo alcanzó 5.64 %. Posteriormente en la 5^{ta}, 6^{ta} y 7^{ma} evaluación el porcentaje de severidad fue incrementándose progresivamente, llegando a un alto porcentaje de severidad a los 54 dds en la mayoría de los tratamientos y teniendo la máxima severidad a los 59 dds solo con los tratamientos Metalosate (0.35kg) y Testigo llegando a 54.06 y 56.07 % respectivamente; presentándose una defoliación acelerada debido al ataque del mildiu.

A los 64 dds el porcentaje de severidad de los tratamientos registraron un decaimiento de severidad, debido a que las hojas evaluadas eran hojas de nuevos brotes.

Hasta la última evaluación de severidad a los 74 dds, su tendencia de incrementos fueron para el tratamiento testigo y Metalosate (0.35kg) registrándose 57.27 y 55.45 % respectivamente. De igual modo la tendencia en los niveles más bajos fue para los tratamientos Action FP/Pare y Agromos + Soil set con valores de 17.2 y 18.49 % respectivamente.

Cuadro 8. Resumen de la respuesta en el progreso temporal de severidad de *P. variabilis* a los tratamientos durante 12 evaluaciones.

Trats.	8 -jun	13 - jun	18 -jun	23 jun	28 - jun	3 - jul	8 - jul	13 - jul	18 - jul	23 - jul	28 - jul	2 - ago	ABCPE
	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma	8ava	9na	10ma	11ma	12ma	
	19 dds	24 dds	29 dds	34 dds	39 dds	44 dds	49 dds	54 dds	59 dds	64 dds	69 dds	74 dds	
Biosar (1kg)	0	0	0	1.01	8.11	7.37	40.97	45.05	44.50	27.42	51.91	39.64	1945.71
Biosar (0.5kg)	0	0	0	4.65	8.17	7.94	36.38	40.56	21.43	13.22	18.55	20.55	1234.53
3 Tac (1kg)	0	0	0	2.7	10.35	8.23	40.23	41.21	34.92	33.23	45.59	45.39	1850.33
3 Tac (0.5kg)	0	0	0	1.84	5.25	6.19	34.16	44.23	21.51	13.37	16.29	21.48	1178.67
Agromos + Soil set	0	0	0	0.27	2.24	4.11	24.99	42.96	17.51	15.33	13.93	18.49	1040.73
Action FP/Pare	0	0	0	0.27	2.25	4.36	28.04	40.39	16.47	7.09	14.97	17.2	939.82
Metalosate (0.5kg)	0	0	0	1.05	5.77	6.4	47.81	47.91	35.22	20.78	24.33	25.26	1545.95
Metalosate (0.35kg)	0	0	0	3.97	6.04	7.65	37.18	40.87	54.06	29.26	49.95	55.45	1994.57
Testigo	0	0	0	5.64	9.5	10.4	37.11	50.49	56.07	30.33	50.41	57.27	2161.02

4.6. Rendimiento

Peso de granos/panoja

El análisis de variancia (Cuadro 14 anexo) y la comparación de medias de Duncan (Cuadro 10) con un nivel de significancia de 0,05, indican que los tratamientos presentaron diferencias estadísticas en el peso (g) de granos /panoja. El cuadro 8 se indica que el tratamiento con el producto Agromos + Soil set se obtuvo una media de 52.99 g/panoja y fue muy superior con respecto al testigo y tratamiento 3 Tac (1 kg) que alcanzaron 23.56 y 22.96 respectivamente. Los productos Agromos + Soil set, fueron uno de los mejores tratamientos que redujeron la severidad de la enfermedad del mildiu en la quinua, además Soil set es un fertilizante foliar rico en micronutrientes como: Mn, Cu, Fe y Zn y estos elementos hayan influenciado en obtener mayor peso en la panoja.

Cuadro 9. Comparación de las medias del peso/panojas mediante la prueba de Duncan (0.05) del efecto de los tratamientos con compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control de *P. variabilis* en quinua var. Salcedo INIA. UNP-2015.

Tratamientos	Media	Significancia (0.05)
T5 Agromos + Soil set	52.99	a
T6 Action FP/Pare	49.98	ab
T1 Biosar (1kg)	46.28	ab
T7 Metalosate (0.5kg)	44.27	ab
T2 Biosar (0.5kg)	42.95	ab
T4 3 Tac (0.5kg)	41.05	ab
T8 Metalosate (0.35kg)	32.17	bc
T9 Testigo	23.56	c
T3 3 Tac (1kg)	22.96	c

4.7. Cuantificación de oosporas

El análisis de variancia (Cuadro 15 anexo) y la comparación de medias de Duncan (Cuadro 11) con un nivel de significancia de 0,05, indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos para el número de oosporas en 100 granos de semilla con aplicación de productos para el control del mildiú en quinua var. Salcedo INIA en condiciones de la parcela experimental de la UNP. El número de oosporas sobre el pericarpio de semilla de quinua var. Salcedo INIA que se calculó en 100 semillas, varió de acuerdo a los tratamientos (Cuadro 11). Los tratamiento T3, T8 y T9 mostraron los valores más altos con 424.5, 324.75 y 305 respectivamente, estos estadísticamente fueron diferentes; A su vez, en los otros tratamientos presentaron número de oosporas con diferencia significativa. En este estudio se llega a concluir que las semillas de quinua se comportan como fuente de inóculo primario para la enfermedad del mildiú de la quinua, lo que se sugiere es desinfectar la semilla antes de la instalación del cultivo como medida preventiva.

Cuadro 10. Comparación de las medias del números de oosporas en 100 semillas de quinua de los tratamientos en estudio var. Salcedo INIA. UNP-2015.

Tratamiento	Media	Significancia (0.05)
T3 3 Tac (1kg)	424.5	a
T8 Metalosate (0.35kg)	324.75	b
T9 Testigo	305	c
T6 Action FP/Pare	192	d
T7 Metalosate (0.5kg)	178.5	e
T5 Agromos + Soil set	168.5	f
T4 3 Tac (0.5kg)	151.75	g
T2 Biosar (0.5kg)	131	h
T1 Biosar (1kg)	75.5	i

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES

- a. En todas las semillas de las variedades analizadas se detectaron oosporas, confirmando que las semillas se comportan como fuentes de inóculo primario del mildiú.
- b. Las plantas de quinua mostraron síntomas característicos de la enfermedad con manchas amarillentas cloróticas en el haz y esporulación grisácea (esporangioforo y esporangios) en el envés de la hoja.
- d. Se evidenció infecciones de *Peronospora variabilis* aproximadamente a los 34 días después de la siembra y a los 54 y 59 días después de la siembra, la severidad alcanzó 54 y 56 %, encontrándose en la fase de floración y formación de granos.
- e. El testigo sin aplicación mostró el valor más alto del ABCPE (2161.0) y los valores más bajos se estimaron en los tratamientos Action FP/Pare, Agromos + Soil set, 3 Tac (0.5kg) y Biosar (0.5kg), con valores de 939.8, 1040.7, 1178.7 y 1234.5 respectivamente.

CAPÍTULO 6

6. RECOMENDACIONES

- a. Conociendo que la fuente de inóculo primario del mildiú de la quinua son las semillas, se deben desinfectar con fungicidas para prevenir y retrasar el inicio de la enfermedad.
- b. Realizar trabajos de investigación implementando un plan de manejo integrado para el control del mildiú de quinua, empleando productos a base de fosfitos de potasio, sulfato de cobre y otros.
- c. Realizar otras investigaciones con variedades tolerantes y/o resistentes al mildiú en la región de Piura.
- d. Correlacionar la intensidad de la enfermedad (incidencia y severidad) con el rendimiento, calidad y otros parámetros.

CAPÍTULO 7

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrios, G. N. 1995.** Fitopatología, Tercera edición traducida del inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa, S.A. de C. V. México. 837 pp.
- Alandia, S.; V. Otazú y B. Salas. 1979.** Enfermedades. En: Quinua y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. pp. 137-148.
- Allthech, 2014.** Ficha técnica del Agro mos y soil set (en línea) Perú. Consultada 9 de set. 2015. www.producegrower.com/.../Alltech-crop-science-pr.
- Cambell, C. L. & L. V. Madden. 1990.** Introduction to plant diseases epidemiology. Jhon Wiley & Sons. New York. 532 pp.
- Canahua, A., Tapia, M., Mujica, A., Apaza, M. 2011.** Ficha técnica de quinua variedad "pasankalla" (en línea). Consultada 8 de octubre del 2015. Disponible en: <http://qhantatiururi.org/alipiocanahua/bloq/archives/4>.
- Cornejo, G. 1976.** Hojas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) fuente de proteína. En: Convención Internacional de Chenopodiaceas. 2da.Potosí, Bolivia. 26-29 abril. IICA. Serie informes de conferencias, cursos y reuniones. No. 96. Bolivia. pp. 177-180
- Choi, Y., Denchev, C., Shin, H. 2008.** Morphological and molecular analyses support existence of host-specific Peronospora species infecting Chenopodium. Mycopathology. No. 165:155-164.
- Choi, Y.J; Danielsen, S; Lubeck, M; Hong, S.B; Delhey, R; Shin, H.D. 2010.** Morphological and molecular characterization of the causal agent of downy mildew on quinoa (*Chenopodium quinoa*). Mycopathology. N°. 169:403-412.
- Daniel, R. y Guest, D. 2005.** Defense responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora* challenged *Arabidopsis thaliana*. Physiological and Molecular Plant Pathology 67(3-5): 194-201.
- Danielsen, S., Jacobsen, S.E., Echegaray, J., and Ames, T. 2000a.** Correlación entre métodos de evaluación y pérdida de rendimiento en el patosistema quinua – mildiu. FITOPATOLOGIA 35 (4): 242-248.

- Danielsen, S; Jacobsen, SE; Echegaray, J; Ames, T. 2000b.** Impact of downy mildew on the yield of quinoa. In Program Report 1999-2000. Lima, PE. p. 397-401.
- Danielsen, S; Mercado, V. H; Munk, L; Ames, T. 2004.** Seed transmission of downy mildew (*Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii*) in quinoa and effect of relative humidity on seedling infection. Seed Sci Technol. no. 32:91-98.
- Danielsen, S. y Ames, T. 2008.** El mildiu de a quinua en la zona andina (*Peronospora farinosa*) Manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno. En línea. Consultado el 10 de setiembre del 2014. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2008/QP/QP0701.xml;QP2007000024>.
- EDA. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores, 2008.** Boletín técnico de producción. El uso del ácido salicílico y fosfonatos (fosfitos) para activación del sistema de resistencia adquirida de la planta (en línea). Consultada 03 de julio 2015. http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA_Produccion_Uso_de_Acido_Salicilico_Y_Fosfitos_01_08.pdf.
- FAO/PROINPA, 2011.** Informe técnico. La Quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Bolivia. 58 pp.
- French, E. R. y T. T. Hebert. 1980.** Métodos de investigación fitopatología. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 277 pp.
- Gandarillas, A., R. Saravia., G. Plata., R. Quispe., R. Ortiz. 2014.** Principales plagas y enfermedades de la quinua. FAO/ Fundación PROINPA. Perú – Bolivia.
- Harris, G. 1997.** Potassium deficiency in cotton linked to leafspot disease. Better Crops 81, 10-11. In: XVTH International Plant Protection Congress Beijing, China. May 11-16, 2004.2 (en línea). Consultado 08 de set. 2015. Disponible en: http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge%20Centre/KCl_and_suppression_of_diseases.pdf.
- Kofoef, A. and K. Fischer, 2007.** Evaluation of plant resistance improvers to control *Peronospora destructor*, *P. parasitica*, *Bremia lactucae* and *Pseudoperonospora cubensis*. Journal of plant disease and protection 114(2): 54-61.

- Lázaro, M. 1984.** Enfermedades en el Cultivo de la Quinoa. En: Curso Sanidad Vegetal. Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria CIPA XV (CINIPA)/ Proyecto de Desarrollo Rural Puno Micro Región Juliaca. Puno, Perú. 112 pp.
- Lema M.C. 2009.** Evaluación del fosfito de potasio (FoscropPK®) como inductor de resistencia en plátano (*Musa* AAB) para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en lotes comerciales del departamento del Quindío. Armenia, Colombia. Trabajo de grado de Biología. Universidad del Quindío 72 pp.
- León H. y Juvenal, M. 2003.** Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú. Descripción, manejo y producción. UNA Puno – Ciencias Agrarias. 63 pp.
- Lescano, J. L. 1994.** Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinoa, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.
- McDonald, B. A., McDermott, J. M., Goodwin, S. B., and Allard, R. W. 1989.** The population biology of host-pathogen interactions. Annual Review of phytopathology, 27, 77 – 94.
- Mercado, V. H. 2001.** El mildiu de la quinoa y su transmisión por medio de la semilla. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 55p.
- Mujica, A. 1988.** Parámetros genéticos e índices de selección en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México. 122p.
- Mujica, A.; S-E. Jacobsen; J. Izquierdo, J. J. Marathe. 2001.** La Quinoa. (*Chenopodium quinoa* willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. Universidad Nacional del Altiplano. Centro Internacional de la Papa. Santiago - Chile.
- Ortiz, R., Danielsen, S., Ames, T., Castro, A. s.f.** Cultivos Andinos FAO. Capítulo V: plagas y enfermedades del cultivo de quinoa. Consultado 8 de setiembre 2014. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/sdrom/contenido/libro03/cap5.htm#17>.
- Piaggio, 2015.** Fausto Piaggio. Ficha técnica de Action FP (En línea) consultado 09 de setiembre 2015. Disponible en: www.piaggio.com.pe/productos-division.

- Pozo, C. M. 2014.** Record nacional de rendimiento en quinua con el manejo fisionutricional (MFN). En Red agrícola Perú N° 16. Julio/Agosto ISSN 0718-0802. Pág. 13.
- Reuvine, M. 1995.** Efficacy of foliar sprays of phosphonates in controlling powdery mildews in field-grown nectarine, mango trees and grapes. Crop protection 14: 311-314.
- Risco, A. M. 2014.** Severidad de *Peronospora variabilis* Gaum. En *Chenopodium quinoa* Willd. Pasankalla como respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 92 pp.
- Risi, J. and N. Galwey. 1984.** The *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture. Adv Appl Bot 10:145-216.
- Roongruangsree, U.T., J.C. Kjerulf, L.W. Olson, L. Lange. 1988.** Viability tests for thick walled fungal spores (ex: oospores of *Peronospora manshurica*). J. Phytopath. 123:244-252.
- Schwinn, F. and Margort, P. 1991.** Control with chemicals. In: Advances in plant Pathology Vol. 7. *Phytophthora infestans*, the cause of late blight of potato. D.S. Ingram and P.H. Williams (eds.) Academic Press. London. p 225- 265.
- Testen, A., Ochoa, J. B, Jiménez-Gasco, M. M. y Backman, P. A. 2014.** Molecular detection of *Peronospora variabilis* in quinoa seed and phylogeny of the quinoa downy mildew pathogen in South America and the United States. Phytopathology 104:379-386.
- Tewari J.P. and S.M. Boyetchko, 1990.** Occurrence of *Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii* on quinoa in Canada. Department of Plant Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6G 2P5. Canadian Plant Disease Survey 70:2.
- USDA (United States Department of Agriculture). s.f.** Clasificación for Kingdom Plantae Down to Species *Chenopodium quinoa* Willd. (En línea). Consultado 11/09/2015.
- <http://plants.usda.gov/java/classificationservlet?source=display&classid=CHQU>.

ANEXOS

Cuadro 12. Datos de humedad relativa, temperatura máxima, media y mínima registradas en la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Piura.

Fecha	Días después de la siembra	PROMEDIO MENSUAL			
		T° Media (°C)	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	HR (%)
21 - 27/may	1 - 7	25.90	30.45	21.65	83.86
28 may- 3 jun	8 - 14	26.11	30.06	22.34	85.14
04 -10 jun	15 - 21	26.32	30.88	22.88	84.14
11 -17 jun	22 - 28	25.39	29.82	21.8	83.57
18 -24 jun	29 - 35	24.94	30.11	19.91	80.29
25 jun -01 jul	36 - 42	25.70	31.31	20.88	78.00
02 – 08 jul	43 - 49	25.80	30.22	20.69	79.14
09 – 15 jul07	50 - 56	24.77	30.08	20.23	77.14
16 - 22 jul	57 - 63	24.17	29.37	19.54	75.71
23 -29 jul	64 - 70	23.49	28.88	18.89	80.14
30 jul -05 ago	71 - 77	23.74	30.11	19.80	77.14
06 -12 ago	78 - 85	23.04	27.44	19.74	84.00
13- 19 ago	86 - 92	23.27	29.51	18.85	77.71
20 -26 ago	93 - 99	23.2	28.74	19.49	81.14
27- 02 set	100 - 106	24.28	30.20	19.97	79.14
3 - 9 set	107 - 113	24.44	30.43	20.11	78.42
10 -16 set	114 - 120	24.63	31.20	19.6	77.00

Cuadro 13. ANVA del ABCPE del efecto de los tratamientos con compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control de *P. variabilis* en quinua var. Salcedo INIA. UNP-2015.

ANVA	G. L.	S.C.	C.M.	FC	F (5%)	F (1%)	Sig.
Bloques	4	676291.6	169072.9	2.92	2.67	3.97	*
Tratamientos	8	8432430.04	1054053.7	18.19	2.24	3.13	*
Error	32	1853991.29	57937.23				
Total	44	10962712.96					
C.V.	15.59 %						

Cuadro 14. ANVA del peso/panojas del efecto de los tratamientos con compuestos biológicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares e inductores de defensa en el control de *P. variabilis* en quinua var. Salcedo INIA. UNP-2015.

ANVA	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	4	967.036	241.75	1.5560	2.6684	3.9693	NS
Tratamientos	8	4782.37	297.79	3.8476	2.2443	3.1267	*
Error experimental	32	4971.71	155.36				
Total	44	10721.11					
C.V.	31.49						

Cuadro 15. ANVA del número de oosporas en semillas de quinua cosechadas en cada tratamiento de la parcela experimental. UNP-2015.

ANVA	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F (5%)	F (1%)	Sig. ($\alpha = 0,05$)
Repeticiones	3	68.5	22.84	0.62	3.008	4.716	no significativo
Tratamientos	8	394010.05	49251.25	1355.9	2.355	3.362	significativo
Error experimental	24	26.86	36.322				
Total	35	394950					
C.V.	2.78						

Cuadro 16 Oosporas detectadas en 100 semillas de quinua de diferentes variedades.

VARIEDADES	Numero de oosporas detectadas				Promedio
	en 100 semillas.				
	R1	R2	R3	R4	
Salcedo INIA (Cieneguillo)	33	50	39	45	41.75
Pasankalla Puno	06	16	07	04	8.25
Salcedo INIA (Ecosac)	10	08	06	16	10
Witulla Puno	61	38	40	50	47.25
Amarilla Marangani INIA Piura	11	21	16	19	16.75
Salcedo INIA (UNP)	15	15	14	16	15
Blanca de Junin INIA Piura	38	22	32	27	29.75
Amarilla de Junin INIA Piura	28	34	35	39	34
Quellohua Puno	36	50	43	39	42
Salcedo INIA (Lambayeque)	86	71	84	80	80.25
Wila Puno	12	15	20	17	16
Koliku Puno	62	60	58	75	63.75
Blanca de Juli Puno	39	40	52	43	43.5
INIA Altiplano Puno	102	95	105	83	96.25
Kuyto Puno	28	25	35	22	27.5



Fig. 14. Siembra de semillas de quinua en la parcela experimental.



Fig. 15. Aplicación de los productos en la parcela experimental.



Fig. 16. Procedimiento para la observación de oosporas en semillas de quinua.



Fig. 17. Observación de oosporas en microscopio.